

## **La aplicación de estadísticas y de los SIG en el estudio de las construcciones monumentales prehistóricas de la Amazonía brasileña**

*Rampanelli<sup>(1)</sup>, A. Diez<sup>(2)</sup>, V. Villaverde<sup>(2)</sup>, D. Schaan<sup>(3)</sup>*

<sup>(1)</sup> Doctoranda del Dpto. de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Valencia – España Email: [ivandrar@yahoo.com.br](mailto:ivandrar@yahoo.com.br)

<sup>(2)</sup> Profesor del Dpto de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Valencia España

<sup>(3)</sup> Profesora de la Universidad Federal del Pará (UFPA) – Brasil

### **RESUMEN**

Las estructuras monumentales prehistóricas construidas mediante zanjas continuas excavadas en el suelo de la Amazonia brasileña, son yacimientos que comprenden varias formas geométricas de diversos tamaños. Actualmente se conocen 291 yacimientos arqueológicos, la mayor parte de los cuales han sido mapeados por medio de imágenes de satélite. Estas construcciones prehistóricas fueron localizadas mediante la combinación de una serie de estrategias de prospección que incluyen el uso de imágenes satélites, sobrevuelos y otras tecnologías que posibilitaron su identificación.

En un análisis de caracterización cuantitativa y morfológica y a través de estadísticas, obtuvimos como principales resultados que existe una gran dispersión de los datos correspondientes a su tamaño, siendo menor la variación para la profundidad, el valor medio de las áreas de los recintos con zanjas perimetrales es 17.490,6 m<sup>2</sup>, a pesar de que el 40,3% mide menos de una hectárea (10.000 m<sup>2</sup>), la altitud media a la que se encuentran es de 194,4 metros y ésta es la variable que mejor correlación tiene con la posición geográfica.

Con la ayuda de gvSIG, Sextante, GRASS y R, hemos tratado de caracterizar la ubicación de los yacimientos atendiendo a diferentes variables entre las que destacan la altitud relativa, la orientación, la distancia al curso de agua más próximo, la pendiente y la posición relativa en el territorio. La intención es intentar predecir en qué áreas, hoy en día cubiertas por la masa forestal, se pueden encontrar estructuras semejantes a las localizadas en las áreas abiertas. Este carácter predictivo de nuestras observaciones sería de vital importancia para poder definir futuras prospecciones en las áreas boscosas de la Amazonia.

Para el futuro, no descartamos el aprovechamiento de datos LIDAR para intentar comprobar si las áreas designadas como potencialmente poseedoras de geoglifos efectivamente los poseen.

**Palabras clave:** *Arqueología de la Amazonía, geoglifos, GRASS, Sextante, gvSIG.*

## ABSTRACT

An enigmatic culture built some monumental earthen structures (aka “geoglifos”) in the Brazilian Amazonia. Those structures were built with different geometric shapes. To date, at least, 291 of these structures have been catalogued with the aid of satellite imagery and some complementary fieldwork. Most of the structure were located in the past decade combining different research strategies that included the aforementioned satellite imagery, specific flights over them and oblique photography among others.

In this paper we introduce some GIS approach to better understanding the allocation of those “geoglifos” in the middle valley of the Acre river, one of the many Amazon subsidiaries in the area. The flatness of the area combined with a pushing but depleted forest is a major challenge in order to apply most of what we know about Landscape Archaeology.

**Key words:** *Geoglifos, Amazon, Amazonian archaeology, Landscape archaeology, GIS, GRASS, Sextante, gvSIG*

## INTRODUCCIÓN

Las construcciones monumentales prehistóricas también llamadas geoglifos, de la Amazonia brasileña, han llamado la atención de diferentes investigadores, (arqueólogos, historiadores, geógrafos), pues son yacimientos arqueológicos con grandes estructuras, elaboradas mediante zanjas continuas excavadas en el suelo, de diversos tamaños hechas por poblaciones que vivieron allá aproximadamente entre 700 y 2000 años antes del presente [1]. Aunque fueron descubiertas en la década de 1970, su estudio sistemático no comenzó hasta el año 2000.

En la zona de estudio – el estado de Acre –, actualmente se conocen 291 estructuras arqueológicas que se pueden considerar dentro de lo que genéricamente se considera como “geoglifos” [2], la mayor parte de las cuales han sido mapeadas por medio de imágenes de satélite.



*Figura - Geoglifos de la finca Atlântica, Foto: Sergio Vale.*

De la misma forma el descubrimiento e investigación de estas construcciones monumentales prehistóricas amazónicas, la introducción de los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de análisis en lo ámbito de la arqueología brasileña, ha sido una de las renovaciones metodológicas más importantes de los últimos años, aunque la literatura muestra que mientras en otros países el uso de esa tecnología es rutinario incluyendo aspectos locales, regionales y de gestión institucional del patrimonio arqueológico en Brasil todavía no es tan común.[3]

En este estudio usamos los SIG como complemento del trabajo estadístico previo de una de nosotros [2] con el fin, en primer lugar, de gestionar toda la cartografía disponible sobre el estado de Acre incluyendo fotografías aéreas de todos los elementos de los que se conoce una localización segura y, en segundo, caracterizar la posición geográfica de los geoglifos atendiendo a variables geomorfométricas y de relación entre ellos.

## OBJETIVOS

Estas construcciones monumentales, demuestran que existió una compleja civilización prehistórica de la que, sin embargo, no poseemos ninguna documentación oral o escrita. Por ello, con la ayuda de los Sistemas de información geográfica (SIG) pretendemos:

- Acercarnos a la sociedad prehistórica que construyó los geoglifos, a través de los elementos materiales, producto de sus actividades o de las relaciones de estos elementos, entre si y con el medio ambiente.
- Aplicar la estadística en las variables para identificar las correlaciones entre ellas;

- Comprobar la correlación entre las variables principales (de interés), buscando encontrar patrones que pueden ser útiles en las descripciones generales de los geoglifos, en especial para hacer inferencias acerca de sus utilidades como estructuras construidas;
- Aplicar el SIG en las variables para comprender las relaciones entre las estructuras a través de las diferentes variables morfométricas.

## LA ZONA DE ESTUDIO

Los yacimientos de estructuras monumentales hechas de zanjas continuas, geográficamente hablando se localizan en la Amazonia brasileña en el actual territorio del departamento del Acre Brasil que, ubicado en el extremo más occidental de Brasil, es uno de los 27 departamentos federales brasileños.

El departamento de Acre se encuentra en el Suroeste del Norte de Brasil limitando, al norte, con el departamento de Amazonas; al este con el de Rondonia, con Bolivia, al sudeste; y con Perú, al sur y al oeste, y ocupa una superficie de 152,581.4 kilómetros cuadrados [4], más del 88% de su territorio está ocupado por la selva amazónica.

Fueron registradas 291 estructuras prehistóricas o geoglifos y se distribuyen geográficamente en varias ciudades del departamento del Acre, la mayor concentración ocurre en la parte leste del estado, pues está en área deforestada.

Estos sitios arqueológicos están repartidas en un área de aproximadamente 300 km de largo de Norte a Sur, y 250 km de Oeste a Este [5] (figura 2)

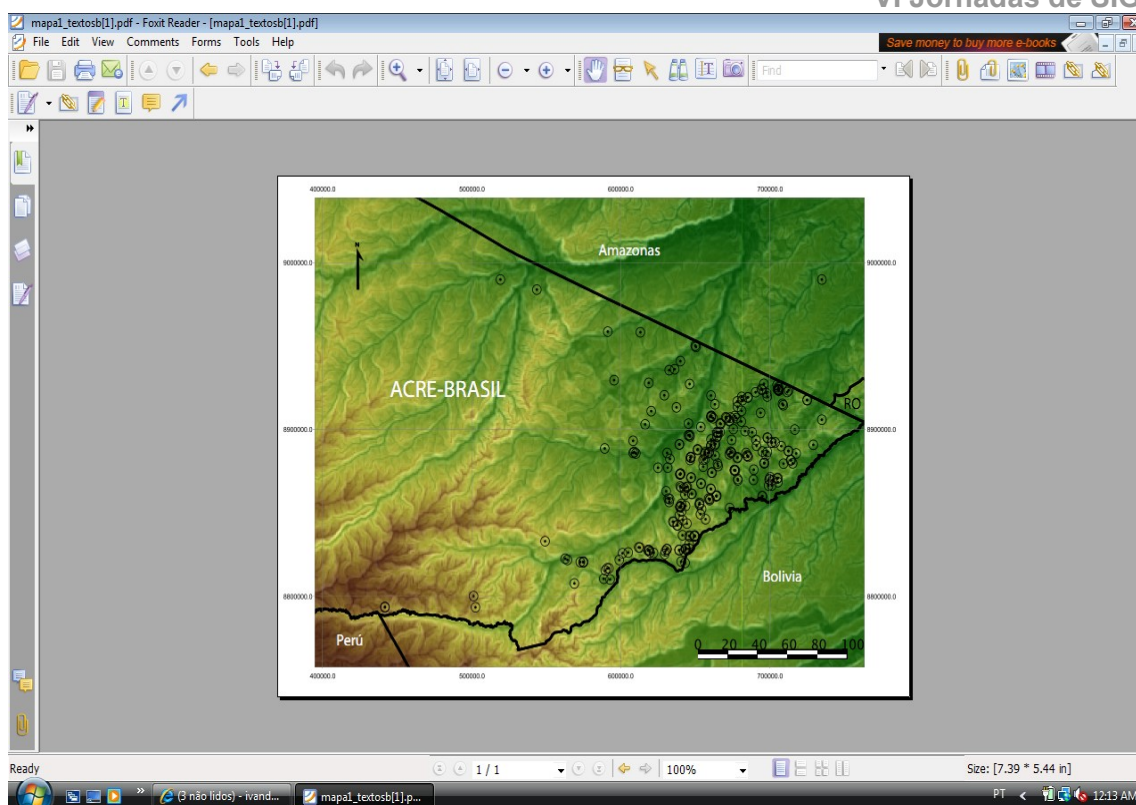


Figura 2. Área de trabajo con ubicación de los geoglifos estudiados.

## METODOLOGÍA

Los datos utilizados fueron cedidos por los investigadores del proyecto “Geoglifos da Amazônia Ocidental”, del estado brasileño – Acre, obtenidos a través de la arqueología del paisaje, incluyendo prospección remota, aérea y terrestre, visitas en los yacimientos, sobrevuelos, imágenes de satélite. Y su mapeo se realizó mediante el sistema de posicionamiento global - GPS (global Position System).

Para la delineación de las estructuras se combinó la prospección remota con los datos obtenidos al caminar con el GPS sobre las zanjas de las estructuras arqueológicas que se apreciaban “in situ”. El trabajo de campo, incluyó también la toma de medidas de la altura máxima de las estructuras respecto al suelo circundante, así como el alcance y la profundidad de la zanja. Estos datos fueron organizados en cuadernos de campo especiales, donde se hizo un esbozo de las estructuras con sus respectivas mediciones.

Cuando son halladas más de una estructura en un mismo yacimiento en la misma área, establece la asociación por proximidad entre los nombres de los recintos, facilitando el mismo nombre del yacimiento a todos los recintos del área, diferenciando por medio de numerales. Por ejemplo; yacimiento A, con estructuras 1, 2, 3, n.

Plaça Ferrater Mora 1, 17071 Girona

Tel. 972 41 80 39, Fax. 972 41 82 30

infojornadas@sigte.org <http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre/>

Después de los datos recogidos sobre el terreno, en laboratorio fue elaborada una tabla para compilar las informaciones útiles, registro fotográficos, ubicación, formas específicas de acceso, información geográfica (coordenadas UTM), las mediciones de profundidad, de diámetro, anchura del foso, área, los tipos de estructura, cantidad de estructuras arqueológicas, tenencia de la tierra, la conservación y otras observaciones que permiten un análisis integrado de varias clases de información ambiental y arqueológico.

El análisis estadística utilizada en este trabajo fue dividida en dos etapas: 1) Un análisis descriptiva, que tiene como objetivo principal hacer hincapié en las variables de mayor interés desde el punto de vista estadístico y; 2) Un Análisis de correlación, con el objetivo de comprobar la correlación entre las variables principales (de interés), buscando encontrar patrones que pueden ser útiles en las descripciones general de los geoglifos, en especial para hacer inferencias acerca de sus utilidades como estructuras construidas.

La Estadística univariada incluye todos los métodos de estadística descriptiva para el análisis de cada variable por separado y también los métodos de estadística inferencial para una variable dada, que se puede medir a una o más muestras independientes. Un simple análisis de la varianza es un ejemplo típico de un método estadístico univariado, la palabra "univariado" implica que hay una variable dependiente. Ya los métodos estadísticos de análisis bivalente incluye dos variables, que pueden o no establecer una relación causal / efecto entre ellos.

Con el fin de condensar las informaciones sobre las diversas formas que se encuentran las estructuras arqueológicas, los datos se agruparon en grupos de Formas que se dividen en: Circular, cuádruple, doble y otros.

El análisis estadístico ayuda en la organización, la condensación, la clasificación y síntesis de la información, que a menudo son muy difusos, especialmente en el caso de una gran cantidad de información, con muchas variables que pueden estar correlacionadas o no. Pero las estadísticas pueden ser útiles como medio de información, informar a los atributos intrínsecos, que a menudo son difíciles de visualizar en tablas extensas. [6]

Desde el punto de vista de la utilización de los sistemas de Información Geográfica para el estudio de los geoglifos de la Amazonia brasileña, se han tenido en cuenta una serie de variables morfométricas (altitud, altitud sobre el cauce más próximo, pendiente, orientación, distancia al cauce más próximo, situación en el paisaje) y variables temáticas como tipo de cultivos, tipos de suelos y otras.

La georeferenciación de 265 sitios arqueológicos ha permitido la captura de las imágenes satelitales disponibles en los productos Google Earth y Google Maps (somos conscientes de que infringimos alguno de los términos de la licencia pero consideramos que el uso de esos datos de manera limitada sin otro fin que el de la realización de un trabajo de investigación arqueológica

esta amparado por el uso consuetudinario de las fuentes de información en el campo de las Humanidades). Mediante la delineación, se han obtenido polígonos de delimitación de cada uno de los geoglifos.

Como fuente de datos básica se han combinado los datos de los modelos digitales de elevaciones globales STRM y GDAM para la obtención de un modelo digital del terreno (MDT), propio a partir del cual se han realizado los cálculos pertinentes mediante el modelado del proceso tanto en SEXTANTE corriendo en la versión 1.11 de gvSIG como con la versión 6.4 de GRASS lanzada tanto desde el propio SEXTANTE como desde fuera de él para algunos cálculos que de otra manera no hubieran sido posibles.

Para la obtención de las capas físicas necesarias, el modelo incluye: la optimización de nuestro MDT para poder obtener la red hidrográfica, la obtención de la red hidrográfica, la obtención de un mapa de pendientes en valores porcentuales (%), la obtención de mapa de orientaciones en grados, la obtención de un modelo digital del terreno de altitudes relativas sobre cauce, la obtención de las distancias al cauce más próximo (v.distance), capa de hipsometría.

También se obtuvieron diversos índices de agrupación y distribución locacional de los geoglifos, entre los que destacan por su relevancia el índice del vecino más próximo (IPV) [7] y la realización de los polígonos Thiessen. [8]

## RESULTADOS

Para el análisis estadísticas se utilizaron las variables descritas en la Tabla 1, y para su posterior análisis se utilizó para la correlación entre las variables consideradas más importantes (superficie, altura, anchura y profundidad de la zanja). Además, señala que las coordenadas geográfica de la posición de geoglifos en el espacio será utilizado para la idealización de una tesis doctoral en el futuro.

Vale la pena señalar que la cantidad de 291 geoglifos conocidos y actualmente catalogado por los investigadores, sólo 253 tenían información de área (m<sup>2</sup>) y Altitud (m)"completa", así ha llevado a cabo los análisis restantes considerando sólo 253 de los datos que representan aproximadamente el 87% de los datos originales. En cuanto a las variables de profundidad y amplitud de la zanja se utilizaron sólo 106 datos, lo que representa 36% del total, este número reducido de información es debido al hecho de que muchos geoglifos fueron catalogados y analizados por medio de satélites y la información "in situ", aún no está disponible.

La Tabla 1, presenta los resultados del análisis descriptivo univariada, o sea, medidas de localización, dispersión y forma de los datos analizados. Observo que existe una gran varianza en

los datos de área y una menor varianza en los datos de anchura y profundidad respectivamente, consecuentemente lo mismo se pasa con la desviación estándar.

Desde el punto de vista de los promedios, se puede afirmar que los geoglifos analizados tienen un área de 17.490,6 m<sup>2</sup>, y una altitud promedio de 194,4 m, un profundidad promedio de 1,30 m y anchura de la zanja de promedio de 12,02 m. Resultados similares fueron encontrados por Schaan, (2010), el análisis de los geoglifos encontrados hasta ahora, teniendo en cuenta que la anchura de la zanja varió entre 1,75 y 20 metros, con una media de 11.61 metros y la profundidad media de 1,40 metros de trinchera, que van desde 0,35 cm hasta 5 metros.

Con respecto al coeficiente de correlación entre los datos analizados, se observó que la correlación entre el área y la altitud presenta un valor negativo, muy bajo, y (-0,02).

*Tabla - Análisis descriptivo de los geoglifos.*

Descripción univariada	Área (m <sup>2</sup> )	Altitud (m)	Anchura de la Zanja (m)	Profundidad (m)
<b>Numero</b>	253	253	106	106
<b>Promedio</b>	17.490,61	194,44	12,02	1,30
<b>Máximo</b>	116.415,64	283,00	17,60	4,53
<b>Mínimo</b>	490,87	136,00	8,00	0,35
<b>Varianza</b>				
normalizada	0,019	0,029	0,056	0,021
<b>Desviación estándar</b>				
normalizada	0,137	0,172	0,237	0,144
<b>Coef. Correlación</b>				
Coef. Correlación	-0,02		0,55	
<b>Coef. Correlación</b>				
Coef. Correlación		0,29		
<b>Área y Anchura</b>				

Lo contrario sucede con el coeficiente de correlación entre las variables profundidad y longitud que es de 0,55, un valor relativamente alto, lo que cabía esperar, ya que el coeficiente de correlación entre anchura de la zanja (m) y el área (m<sup>2</sup>) – en el caso de los 106 datos para los que poseemos información había dado un valor de 0,29. Las Tablas 2 y 3 ilustran visualmente la relación existente entre los datos.

*Tabla 2 - Gráfica de dispersión de la relación entre área y anchura de la zanja.*



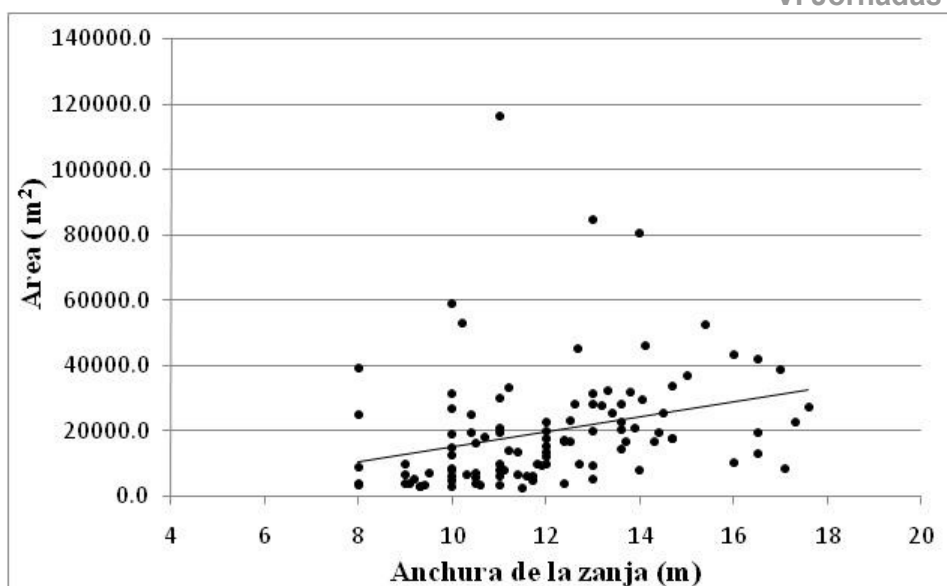
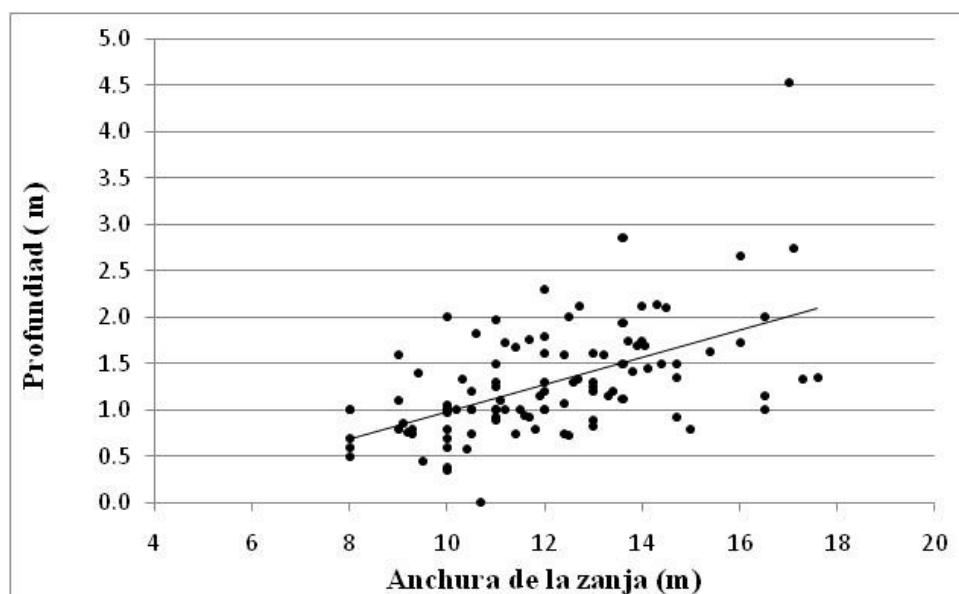


Tabla 3 - Grafica de dispersión de la relación entre profundidad y anchura de la zanja.



### Sobre la ubicación de los geoglifos

Podemos considerar que los geoglifos son ubicuos, esto es que su ubicación en el paisaje no muestra grandes preferencias. (Figura 3) Así los encontramos en zonas deprimidas (11%), en laderas cóncavas (12%), en zonas de paso (6%), en cumbres (6%), en laderas convexas (3%), en zonas completamente llanas (3%); pero, sobre todo, en crestas (28%) y canales (31%). No obstante, sus localizaciones favorecen ligeramente algunos paisajes destacados como las

depresiones (un 8% del terreno analizado cae dentro de esa categoría aunque 11 % de los geoglifos) o los picos (sólo un 5% del terreno se puede calificar dentro de esta categoría frente al 6 % de los geoglifos allí ubicados) evitando, sin embargo, contra lo que cabía esperar, las zonas completamente llanas (sólo un 3% de los geoglifos se ubican en zonas completamente llanas a pesar de que el 4% del paisaje lo es).

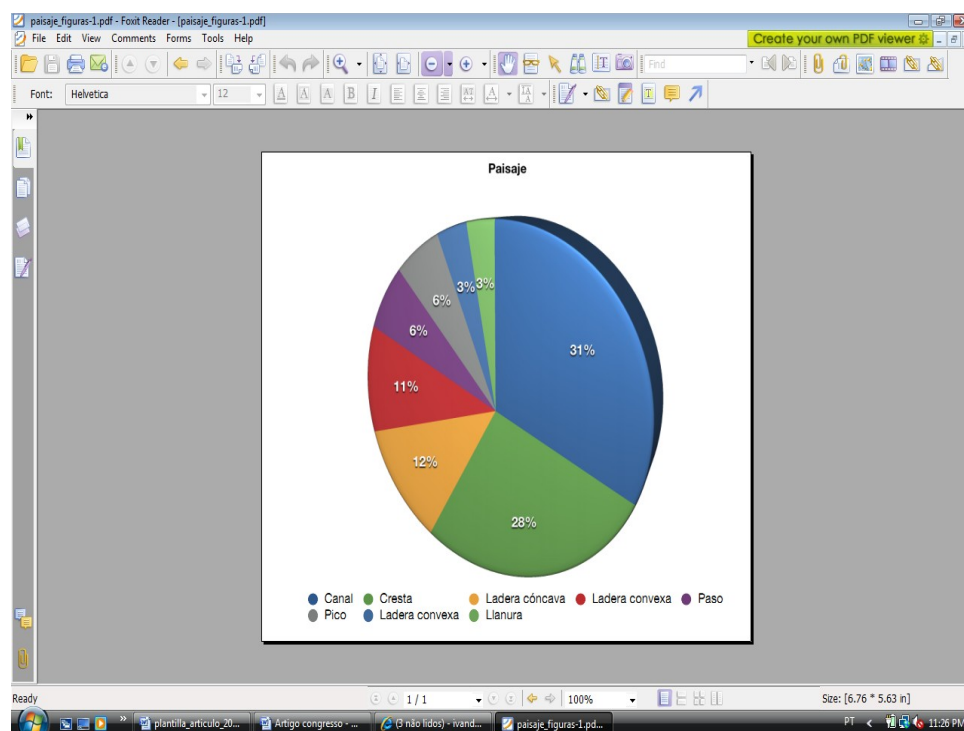


Figura 3 Distribución de los geoglifos en función de las características del paisaje.

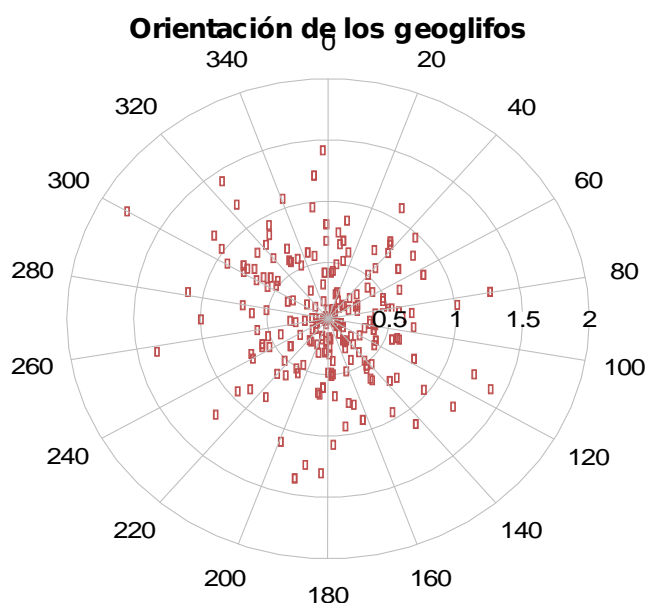
Conviene aclarar que estamos ante un paisaje prácticamente llano con una escasísima energía del relieve donde el valor medio de la pendiente es inferior al 1% (0,686%), con una varianza bastante pequeña (0,1) y donde el valor máximo de la pendiente apenas supera el 2,5%(2,52%)<sup>1</sup>. Los geoglifos evitan, de manera no sorprendente, esas pendientes máximas, así el valor más elevado (1,77%) lo encontramos en Colonia Santa Maria, lo que en cualquier otra área sería considerado como un valor ínfimo. El valor mínimo lo proporciona el Balneário Quinauá 2 (0.04%).

De la misma forma, el rango de altitudes del área de estudio es bastante limitado (desde 118 a 335 msnm) y los geoglifos lo ocupa en su práctica totalidad (136 a 283 msnm) dejando al margen sólo las zonas más bajas que se corresponden con el cauce del Amazonas y las más

<sup>1</sup> Los cálculos a los que se hace referencia están referido al área estricta donde se han localizado los geoglifos, calculada como un área de influencia (buffer) de 5000 metros realizado sobre el rectángulo mínimo que los contiene (bounding box).

altas de la zona Suroeste del área de estudio que se corresponden con el piedemonte andino y se encuentran más allá de los límites administrativos de Acre-Brasil –Madre de Dios, Perú y Pando, Bolivia– y del límite conocido para las estructuras objeto de estudio en el área.

En el mismo sentido de ubicuidad apunta la distribución de las orientaciones de las celdas en las que se ubican los geoglifos (Figura 4). Se observa que la totalidad de orientaciones está representada, una vez más hay que insistir en el paisaje de Acre difícilmente admite matices a la escala en la que se realizó el análisis que quizás se puedan alcanzar partiendo de un Modelo Digital del Terreno más preciso.



*Figura 4. Distribución de los geoglifos en función de su orientación.  
Los radios representan los valores de la pendiente de cada celda.*



La realización de los polígonos Thiessen asumiendo la contemporaneidad de las estructuras y después de agrupar las que están más cerca de un kilómetro entre sí, proporciona una distribución de los geoglifos que se puede considerar homogénea. El área media de influencia de cada uno de los 117 grupos resultantes (figura 5) de la agrupación de los 265 geoglifos originales tiene un valor de  $111 \text{ km}^2$  lo que puede apuntar a una distribución política del territorio por parte de las poblaciones constructoras de los geoglifos. Para hallar el valor medio se han despreciado los polígonos periféricos que elevarían de manera ilógica los valores medios.

La distribución agrupada que presentan los geoglifos viene corroborada por el bajo valor del índice del vecino más próximo (0.38), fruto de una distancia media al vecino más próximo de 2806,63 metros frente a un valor esperado de 7570,47 metros (tabla 4).

Tabla 4 Índice del vecino más próximo.

Distancia media	2806,629
Distancia esperada	7371,231
Distancia esperada corregida	7570,47
Varianza	56024,468
Varianza corregida	65262,732
Índice del vecino más próximo (IVP)	0,381
IVP corregido	0,371
Z	-19,285
Z corregida	-18,648

A pesar de la abundancia de cursos fluviales en la zona el valor medio de distancia al cauce más próximo es relativamente elevado (724.52 m), con un valor máximo de 2021,71 m en el caso de Andirá I situado, junto a Andirá II, en un pequeño interfluvio. Estos valores tienen difícil proyección hacia el momento de su construcción porque los ríos en esta parte de la cuenca del Amazonas divagan ampliamente por la llanura abandonando meandros y capturando otros cada poco tiempo.

## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

- En relación con el tamaño de cada geoglifo, se encontró que el 40,3% son menores de 10.000 metros cuadrados (una Hectárea), y sólo 1,6% son mayores de 60.000 metros cuadrados, se ha encontrado excepcionalmente un geoglifo mayor de 100.000 metros cuadrados, con forma circular.
- Las variables que mostraron una menor variación fue la profundidad, anchura y altitud, respectivamente, ya que el área en metros cuadrados de geoglifos tenían un valor elevado, lo que indica un amplio rango de variación;
- Con los datos utilizados, se concluye que en promedio los geoglifos tiene una superficie de 17,490.6 m<sup>2</sup>, una altura media de 194,4 m, una profundidad media de 1,30 y del ancho de la zanja un promedio de 12,02 m;
- De los resultados se concluye que las variables del Área y de altitud no tienen un buen coeficiente de correlación (- 0,02), y el mejor valor obtenido de la zona y Ancho de la zanja con un valor de 0,55;
- Llegamos a la conclusión de que el 253 analizados Geoglifos 94% estan entre 150 y 250 metros de altitud, 4,8% menos de 150 metros de altitud y sólo el 1,2% por encima de 250 metros, siendo este último de forma;

- Hay una necesidad de hacer un análisis más específico sobre la posición de los geoglifos en el espacio, lo que puede indicar, o servir como un posible indicador de geoglifos ubicados en zonas boscosas o áreas no deforestadas en la Amazonia brasileña.
- En el futuro inmediato, nos planteamos evaluar los datos obtenidos a partir de modelos digitales del terreno más precisos que los utilizados en esta primera aproximación mediante SIG a los geoglifos, también se completará la delineación de los geoglifos a partir de fotografías más precisas.
- Se tratará igualmente de contrastar los resultados globales ahora obtenidos con los de cada uno de las categorías de geoglifos contempladas en el estudio.
- Se realizarán estudios pormenorizadas a escalas más grandes del entorno de los geoglifos.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento para los miembros del proyecto “Geoglifos do Acre” - Brasil.

## REFERENCIAS

- [1] - SCHAAN, D. P.; PÄRSSINEN M.; SAUNALUOMA, S.; RANZI, A.; BUENO, M. e BARBOSA, A. D. (no prelo). New Radiometric dates for Precolumbian (2000 – 700 B. P.) earthworks in Western Amazonia- Brasi
- [2] - RAMPANELLI, I. (2011). Caracterização Quantitativa e Morfológica dos Geoglifos na Amazônia Brasileira. Valência Espanha. 68p. Dissertação (Mestrado) Pré história e Arqueologia. Universidade de Valência - Departamento de Pré-história e Arqueologia.
- [3] - NAZARENO, Nilton Ricetti Xavier de. Sig arqueologia: aplicação em pesquisa arqueológica. 2005. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/71/71131/tde-22082006-144612/>>. Acesso em: 2012-02-27.
- [4] - ACRE, (2006). Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento Síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 354p. Acre.
- [5] - SCHAAN, D. P.; BUENO, M.; RANZI, A.; BARBOSA, A. D.; SILVA, A.; CASAGRANDE, E.; RODRIGUES, A. I. M.; DANTAS, A. e RAMPANELLI, I. (2010). Construindo paisagens como

espaços sociais: o caso dos geoglifos do Acre. Revista de Arqueologia (Sociedade de Arqueologia Brasileira. Impresso), v. 23, p. 30-41.

- [6] - BARCELÓ J. A., (1990). Arqueologia, Lògica y Estadística. Servei de Publicacions de l'Universitat Autònoma (ISBN 84-7488-702-X).
- [7] Hodder, I. and Orton, C. (1976). Spatial Analysis in Archaeology. Cambridge University Press, New York and London, 270 pp.
- [8] Ruggles, A.J. and Church, R.L. (1996). Spatial allocation in archaeology: An opportunity for reevaluation New methods, old problems: Geographic Information Systems in modern archaeological research pages {147—176}